УДК 591·524·22:592

# СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**К. В. Скуфьин**

(Воронежский государственный университет)

В настоящее время ряд важных практических проблем, таких как рациональное использование естественных факторов плодородия почвы, защита и опыление цветковых растений, разгадка форм циркуляции заразных начал в природе и многих других, зависит от знания видового состава и распределения в пространстве беспозвоночных животных. Особенно существенны в этом смысле данные количественного характера о структуре населения беспозвоночных в основных биоценозах Лесостепи, где, как известно, в силу сложности строения биоценозов биоценологические исследования еще недостаточно развернуты. Между тем именно здесь, в районе максимально высокого уровня распашки территории, следует в ближайшее время ожидать существенных изменений в биоценозах в связи с предстоящими глубинными процессами интенсификации полеводства, что не позволяет откладывать дальше всестороннее изучение наиболее типичных местных биоценозов.

В биоценологических исследованиях наиболее основательно обследуются два яруса жизни — почвенный (ведущий метод — взятие почвенных проб) и травянистый (ведущий метод — энтомологическое кошение, отчасти биоценометр). Промежуточный припочвенный слой жизни, названный В. А. Догелем (1924) герпетобием, пока привлекал мало внимания главным образом из-за недостатка ведущего метода исследования. Такой метод теперь уже разработан, это — применение ловчих цилиндров, заполняемых жидким фиксатором, так называемых земляных ловушек (Skuhravý, 1956, 1957; Breymeyer, 1961; Федосимов, 1961; Rivard, 1962; Мордкович, 1962, 1964; Кудрин, 1965). Критика возможностей этого относительного метода учета дана Бомбошем (Bombosch, 1962), тем не менее Гейдеман (Heydemann, 1962) указывает на возможность с помощью ловчих цилиндров учитывать как плотность населения ползающих беспозвоночных с дополнительной маркировкой животных или огораживанием облавливаемого участка, так и особую величину — плотность двигательной, или кинетической, активности («Aktivitätsdichte»). При дополнительном учете биомассы выловленных объектов результаты уловов дают важную величину суммы кинетической энергии, затраченной населением герпетобия за определенный период времени. С позиции выяснения роли подвижных зоофагов в герпетобии существенна возможность учитывать их дисперсию в пространстве, иными словами, количественно определять преобладающее направление и густоту сети поисковых движений хищников или ищущих хозяев паразитов (Broen u. Moritz, 1964; Кудрин, 1965). Сезонные возможности земляных ловушек допускают проведение исследований не только глубокой осенью, но и зимой (Broen u. Mohrig, 1965). В результате открылась новая область исследований, имеющая непосредственное отношение к проблеме использования зоофагов как естествен-

ных регуляторов численности главным образом почвенных вредителей растениеводства — проволочников, личинок хрущей, гусениц совок, слоников и др.

В качестве обитателей припочвенного слоя жизни группа зоофагов играет весьма видную, хотя и слабо изученную, роль ловчего барьера между почвенной и воздушной средами жизни (Григорьева, 1962; Скуфьин, 1964, 1966). Современная теоретическая трактовка герпетобия дана К. В. Арнольди и Л. В. Арнольди (1963, 1965). Тем не менее конкретных исследований структуры населения герпетобия в целом в условиях средней полосы СССР все еще нет, что и послужило основанием для наших исследований, проведенных в 1962—1964 гг. в лесных и открытых биотопах окрестностей г. Воронежа.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для сбора мезофауны герпетобия использовали жестяные банки емкостью в 1 и 0,5 *л*, диаметром 10,5 и 7,5 *см*, площадью поперечного сечения 85 и 43 $см^2$ соответственно, наполняемые частично 4%-ным раствором формалина. В каждом биотопе выставляли 3—5 ловушек на расстоянии 10 *м* друг от друга по диагонали. Выборку материала из ловушек производили каждые 7—10 дней, для чего содержимое банки процеживали через шелковое сито. Выбирали и фиксировали всех представителей мезофауны, начиная с размеров в 1 *мм*, в том числе ногохвосток и клещей. На основании предварительных опытов мы сочли возможным при необходимости сравнений приравнять уловистость ловушки в 1 *л* к уловистости двух ловушек по 0,5 *л* (отношение площади сечения ловушек близко 2 : 1). Обследованные биотопы, сроки сборов и обилие материала представлены в табл. 1. Всего за 1962—1964 гг. нами выполнено 4825 ловушко-суток, собрано около 35 тыс. представителей мезофауны, из них насекомых 79,5, паукообразных 18,7, многоножек 0,9, малощетинковых червей 0,5, брюхоногих моллюсков 0,2 и мелких позвоночных (жаб, ящериц, землероек, мышевидных грызунов) 0,1%.

Таблица 1

| Биотоп | Сезон работы (месяцы) | Количество ловушко-суток | Количество животных в среднем на одни ловушко-сутки |
|---|---|---|---|
| Спелая дубрава у р. Усмани | V—XI | 69 | 7,49 |
| Средневозрастная дубрава на надпойменной супеси р. Усмани | V—IX | 534 | 5,89 |
| Средневозрастная дубрава с лещиной на плакоре (лес Долгий) | V—VII; IX—X | 176 | 6,51 |
| Спелая дубрава с липой (ст. Синицино) | V—XI | 936 | 4,94 |
| Сосновое насаждение среднего возраста (зоостанция в Сомово) | V—VII | 342 | 5,90 |
| То же с дубом (суборь) у ст. Синицино | V—XI | 838 | 3,62 |
| Зарастающая порубка в бору | V—IX | 491 | 6,60 |
| Защитная лесная полоса у ст. Боево | V—VI; VIII—IX | 308 | 13,17 |
| Озимая рожь у леса Долгого | V—X | 249 | 14,49 |
| Рожь на выпас у ст. Боево | V—VI | 190 | 3,80 |
| Картофельное поле совхоза у ст. Боево | VI—VII | 120 | 7,69 |
| Кукуруза смененная ячменем там же | V—VI; VIII—IX | 330 | 16,08 |
| Пойменный луг на р. Воронеж | IX—X | 208 | 9,81 |
| Другие открытые биотопы | V—VI | 34 | 17,69 |

Земляные ловушки непригодны для учета малоподвижных или временно сидящих на почве животных. Поэтому дополнительно мы пользовались по мере возможности маршрутными визуальными учетами на лесных тропах и на почве, более или менее свободной от травянистой растительности. Каждый учет проводили на полосе 50×1 *м*, которую медленно проходили и просматривали при помощи очков-бинокля с подсчетом всех встреченных на почве объектов. Каждый учет занимал 15 минут. Всего в лесных биотопах проведено 40 учетов и обнаружено 1492 экз. беспозвоночных. Указанный метод позволяет оценить плотность населения поверхности почвы (в середине дня).

## ОБЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ УЧЕТА СОСТАВА ЖИВОТНЫХ В ГЕРПЕТОБИИ

Анализ табл. 1 показывает, что общее обилие представителей активной мезофауны в резко различных биотопах выражается в среднем за период сборов цифрами одного порядка. Отмечены крайние различия не более чем в 4—5 раз. Это свидетельствует о некоторой стабильности уровня животной активности на поверхности почвы в пределах того или другого периода сборов при большой амплитуде качественных состояний этой активности. Все же большее обилие наблюдается в открытых биотопах и в лесных полосах по сравнению с лесными массивами, в полях по сравнению с лугом. Деятельность животных герпетобия снижается при наличии густого травянистого покрова (см. табл. 1; ср. низкие показатели в графе «Рожь на выпас») или развитой лесной подстилки, затрудняющих передвижение герпетобионтов строго в пределах интересующего нас яруса.

В дубовых лесах в состав населения герпетобия входят представители семи классов: насекомых (76,9%), паукообразных (21,1%), малощетинковых червей (1,2%), брюхоногих моллюсков (0,6%), многоножек (0,5%), млекопитающих (0,2%) и земноводных (единично). По биомассе соотношение классов выглядит несколько иначе. В одном из типов спелой дубравы с липой (Quercetum-Tilium) насекомые составили всего 14,5%, паукообразные 4,6%, зато возросла доля малощетинковых червей (6,0%), моллюсков (2,1%), многоножек (1,4%), земноводных (2,8%) и особенно мелких млекопитающих (68,6%). В открытых биотопах (поле, луг) 93% численности составили насекомые, всего 5,7% — паукообразные, 1,3% — многоножки, а моллюски и малощетинковые черви обнаружены единично; налицо более резкое преобладание насекомых и малочисленность пауков. Позвоночных в наших сборах из этих биотопов нет.

Представители каких отрядов животных (в %; средние данные на одни ловушко-сутки) входят в состав герпетобия, видно из табл. 2, где обследованные нами биотопы сгруппированы в пять в основном ландшафтного типа объединений. Из насекомых наиболее многочисленны (свыше 8% населения герпетобия) жесткокрылые, ногохвостки, двукрылые и перепончатокрылые, из других групп — пауки и клещи. Меньше в герпетобии (1—3%) равнокрылых, полужесткокрылых, чешуекрылых и сенокосцев. Малочисленны (0,1—0,9%) из насекомых сеноеды, прямокрылые, тараканы, из других групп — малощетинковые черви, двупарноногие (кивсяки), губоногие и легочные моллюски.

В состав фауны герпетобия входит большое количество семейств. Из отряда жесткокрылых выявлены представители 28 семейств, которых по численности можно разместить в такой последовательности: жужелицы, стафилины, чернотелки, долгоносики, листоеды, мертвоеды, пластинчатоусые (главным образом навозники), кожееды, быстрянки,

божьи коровки; из отряда двукрылых — 39 семейств: грибные комарики (Lycoriidae+Fungivoridae), горбатки, настоящие мухи (Muscidae+Anthomyidae), зеленушки, злаковые мухи, галлицы, толкунчики, комары-толстоножки (частично личинки), хеломизиды (Helomyzidae), сциомизиды (Sciomyzidae), долгоножки (частично личинки); из перепончатокрылых — муравьи (50—90% всех особей этого отряда), хальциды, ихневмониды, браконииды, личинки пилильщиков, пчелиные, сфексы; чешуекрылые в наших сборах представлены преимущественно гусеницами (93%): преобладают чехликовые моли (в дубраве), пяденицы, совки, волнянки, мешочницы; из равнокрылых примерно в одинаковом количестве обнаружены цикадки и тли (главным образом бескрылые); из клопов — солдатики (в дубравах), слепняки, лигеиды (Lygaeidae), цидниды (Cydnidae), набиды (Nabidae), ромбовики; сетчатокрылые представлены личинками златоглазок, прямокрылые — саранчовыми, единичными сверчками. Из клещей преобладают краснотелковые, из пауков—ликозиды (Lycosidae). Из малощетинковых червей доминируют дождевые черви, энхитреиды, из моллюсков — слизни, мелкие улитки. Из позвоночных выявлены чесночница, ящерица прыткая, бурозубка, полевки.

Таблица 2

| Отряд | Биотопы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | дубравы | сосняки | порубки | лесные полосы | открытые биотопы |
| Жесткокрылые | 1,42 | 0,96 | 1,06 | 2,04 | 6,87 |
| Двукрылые | 1,20 | 0,80 | 0,37 | 0,72 | 0,44 |
| Перепончатокрылые | 0,48 | 0,43 | 2,67 | 0,84 | 1,00 |
| Чешуекрылые | 0,21 | 0,04 | 0,10 | 0,08 | 0,04 |
| Равнокрылые | 0,19 | 0,04 | 0,27 | 0,04 | 0,45 |
| Полужесткокрылые | 0,05 | 0,06 | 0,12 | 0,13 | 0,30 |
| Сетчатокрылые | Единич. | 0,01 | 0,02 | 0,01 | Единич. |
| Трипсы | » | Единич. | Единич. | — | » |
| Сеноеды | 0,06 | 0,01 | » | — | 0,16 |
| Ручейники | — | — | — | — | Единич. |
| Блохи | 0,01 | Единич. | — | Единич. | » |
| Уховертки | 0,03 | 0,04 | Единич. | » | » |
| Прямокрылые | Единич. | — | 0,14 | » | 0,07 |
| Тараканы | 0,02 | 0,02 | Единич. | — | — |
| Ногохвостки | 0,60 | 0,84 | 1,59 | 1,41 | 1,53 |
| Губоногие | 0,01 | 0,02 | 0,01 | Единич. | 0,06 |
| Двупарноногие | 0,01 | Единич. | 0,01 | — | 0,09 |
| Пауки | 0,75 | 0,55 | 0,66 | 0,60 | 0,47 |
| Сенокосцы | 0,07 | 0,24 | 0,08 | 0,18 | 0,02 |
| Клещи | 0,31 | 0,10 | 0,08 | 7,08 | 0,18 |
| Малощетинковые черви (почвенные) | 0,07 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Легочные моллюски | 0,03 | Единич. | — | — | 0,01 |
| Бесхвостые земноводные | Единич. | » | 0,02 | — | Единич. |
| Ящерицы | — | — | Единич. | — | — |
| Насекомоядные | 0,01 | Единич. | — | — | — |
| Грызуны | Единич. | — | — | — | — |
| Всего | 5,51 | 4,29 | 6,61 | 13,17 | 11,68 |

Примечание. Блохи попадали в ловушки с выловленных млекопитающих—землероек и полевок.

В результате маршрутных визуальных учетов установлено, что плотность населения герпетобия в дневное время в среднем колебалась в пределах от 0,4—0,6 экз. (дубравы) до 1,1 экз. (лесная полоса) на

1 $м^2$. Выявлено обилие таких групп, которые или совсем не улавливаются земляными ловушками (мухи-саркофаги, мясные мухи) или улавливается незначительная их часть (красноклопы, божьи коровки). При визуальном учете, например, муравьи составили свыше половины общего количества учтенных насекомых. Возможно, что часть наиболее осторожных муравьев успевает заметить ловушку на бегу и избегает ее.

По предварительным расчетам в герпетобии дубрав 43,6% особей, собранных земляными ловушками, составляют зоофаги, 39,8% — сапрофаги и виды со смешанным питанием и только 16,6% — фитофаги. В открытых биотопах доля зоофагов и гемизоофагов колеблется в пределах 37,5 (рожь) — 87,6% (кукуруза). Эти данные свидетельствуют о том, что герпетобий является барьером на пути вредителей из почвенного яруса в надпочвенный и обратно.

По степени приуроченности к ярусу герпетобия изученный нами состав мезофауны может быть разделен на следующие четыре группы.

Герпетобионты — регулярно двигающиеся по поверхности почвы животные, добывающие здесь пищу и имеющие те или иные выраженные адаптации к условиям этого яруса: планофильные адаптации (бег, прыжки, короткие перелеты у земли), адаптации к микроклимату (металлический блеск тела, приподнятость над землей), повышенная защищенность от хищников (крепкие хитиновые покровы, криптическая окраска под цвет почвы, иногда несъедобность, специальные средства защиты), использование для укрытий и размножения ближайших ярусов и синузий (почвы, подстилки), нередко вынашивание яиц в коконах, герпетобионтные личинки, иногда забота о потомстве. Сюда можно отнести бегающих пауков, сенокосцев, тараканов, уховерток, муравьев, карапузиков, стафилин, чернотелок, мертвоедов, многих жужелиц, припочвенных ногохвосток, мух-зеленушек и др.

Герпетофилы — нелетающие или редко летающие животные, питающиеся на дискретных объектах (разреженные растения, пни, кучи компоста, помета, трупы позвоночных, норы, хозяева для паразитов) и поэтому вынужденные регулярно пользоваться поверхностью почвы для соответствующих перемещений и в некоторой степени вырабатывать характерные адаптации (свекловичный долгоносик, растительные блохи, некоторые саранчовые, навозники, часть мертвоедов, личинки кожеедов, многие сеноеды, ногохвостки, мухи-горбатки, блохи).

Герпетоксены — временно, но закономерно контактирующие с поверхностью почвы обитатели других ярусов, лишенные заметных герпетофильных адаптаций, привлекаемые в герпетобий: *а*) необходимостью выполнить определенное звено жизненного цикла (копуляция, откладка яиц, окукливание, переход в диапаузу, на зимовку), *б*) необходимостью использовать микроклимат герпетобия в соответствующий период суток или при наступлении неблагоприятной погоды. Примерами могут служить для подгруппы *а* самки хрущей, сколий, капустная муха, спускающиеся с деревьев взрослые гусеницы, личинки пилильщиков; для подгруппы *б* — поднимающиеся из почвы под влиянием дождевой или талой воды дождевые черви, личинки комаров-толстоножек, почвенные ногохвостки или, наоборот, спускающиеся сверху и греющиеся на земле мухи-саркофаги, сосущие влажную почву бабочки и пчелы.

Случайные посетители герпетобия — обитатели других ярусов, случайно попадающие на поверхность почвы при стряхивании ветром с деревьев и травы, при соскальзывании с них, при танатозе, при истощении и болезни, наконец, в процессе разыскивания нор и других укрытий различные летающие и нелетающие насекомые

(тли, листоблошки, цикадки, молодые личинки пилильщиков и гусеницы, травяные и древесные клопы, различные мухи, комары, бабочки, божьи коровки, личинки златоглазок, пауки-тенетники и др.). Представители этой группы при первой возможности покидают герпетобий, который им совершенно чужд, тем не менее общая масса таких случайных посетителей довольно значительна, особенно в лесу с массивными кронами, и может играть определенную роль в пищевом балансе герпетобия.

## ЛИТЕРАТУРА


Арнольди К. В. и Арнольди Л. В. 1963. О биоценозе как одном из основных понятий экологии, его структуре и объеме. Зоол. журн., т. XLII, в. 2.

Арнольди Л. В. 1965. Зообиоценологические исследования в степях Казахстана и некоторые общие проблемы биоценологии. Журн. общ. биол., т. 26, № 3.

Григорьева Т. Г. 1962. Некоторые итоги и перспективы изучения вредителей зерновых культур и борьба с ними при освоении целины. Зоол. журн., т. XLI, в. 1.

Догель В. А. 1924. Количественный анализ фауны лугов в Петергофе. Русск. зоол. журн., т. 4, в. 1.

Кудрин А. И. 1965. К вопросу о применении земляных ловушек для изучения распределения и взаимодействия элементов энтомофауны на поверхности почвы. Тр. Всесоюзн. энтомол. о-ва, т. 50.

Мордкович В. Г. 1962. Распределение жужелиц и других герпетобионтных насекомых в ландшафтах и сельскохозяйственных угодьях севера Барабинской лесостепи. В сб.: «Пробл. зоол. исслед. в Сибири». Горно-Алтайск.

Его же. 1964. Население герпетобионтных жуков (Coleoptera, Carabidae, Silphidae, Tenebrionidae) в микроландшафтах севера Барабинской лесостепи и его изменения под влиянием хозяйственной деятельности человека. Зоол. журн., т. XLIII, в. 5.

Скуфьин К. В. 1964. К изучению энтомофагов в составе герпетобия дубовых лесных насаждений в окрестностях г. Воронежа. В сб.: «Исслед. по биометоду борьбы с вредит. сельск. и лесн. хоз-ва». Новосибирск.

Его же. 1966. К изучению энтомофагов в составе напочвенного населения (герпетобия) черноземных полевых массивов в пригородных районах Воронежа. В сб.: «Научн. основы рацион. использ. почв Черноз. зоны СССР и пути повыш. их плодор.», в. 2. Воронеж.

Федосимов О. Ф. 1961. К методике учета наземной энтомофауны. Тр. н.-и. ин-та защ. раст. Казах. Акад. с.-х. наук, т. 6. Алма-Ата.

Bombosch S. 1962. Untersuchungen über die Auswertbarkeit von Fallenfängen. Z. angew. Zool., Bd. 49, № 1.

Breymeyer A. 1961. Uwagi o stosowaniu róznych ilości pulapek Barbera. Ekol. polsca, b. 7, N 2.

Broen B. u. Mohrig W. 1965. Zur Frage der Winteraktivität von Dipteren in der Bodenstreu. Dtsch. entom. Z., Bd. 12, N 4—5.

Broen B. u. Moritz M. 1964. Beiträge zur Kenntnis der Spinnentierfauna Norddeutschland, II. Dtsch. entom. Z., Bd. 11, H. 4/5.

Heydemann B. 1962. Der Einflus des Deichbaues an der Nordsee auf Larven und Imagines von Carabiden und Staphyliniden. «Bericht 9 Wanderversammlung Deutsch. Entom.». Berlin.

Rivard J. 1962. Un piége á fosse ameloire pour la capture d'insectes actifes a la surface du sol. Canad. Entomologist, v. 94, N 12.

Skuhravý V. 1956. Fallenfang und Markierung zum Studium der Laufkäfer. Beitr. Entom., Bd. 6.

Его же. 1957. Metoda zemných pastí. Časopis Čsl. spol. entom., 54.


Поступила 27.I 1967 г.

# THE STRUCTURE OF THE AT-SOIL (HERPETOBIUM) INVERTEBRATE INHABITANTS UNDER CONDITIONS OF FOREST-STEPPE LANDSCAPES OF VORONEZH REGION

**K. V. Skufyin**

(The Voronezh State University)

*Summary*

The article deals with the general preliminary results (determination is made up to a family) of the methodical collections of the at-soil (herpetobium) mesofauna by ground traps in various forest and open biotopes of Voronezh region in the southern part of forest-steppe. All the representatives of herpetobium fauna were taken into consideration with the body dimensions from 1 mm to 6—7 cm including small vertebrates. 26 orders are registrated with the predominance of Coleoptera, Collembola, Diptera, Hymenoptera (Formicidae and Myrmitidae), Arachnidae, Acarina. Homoptera, Hemiptera-Heteroptera, Lepidoptera (caterpillars), Dermatoptera, Blattoidea, Myriapoda (Chilopoda and Diplopoda), Phalangina, Pulmonata und rain-worms are not so numerous.

The representatives of 28 families are registrated from the order Coleoptera, 39 families from Diptera which testify to a wide range of trapping ability of ground traps, though some essential additions to the quantitative characteristics of the herpetobe can be introduced by more direct methods of calculation, in particular, the visual route calculation of a transect type, applied by the author. The open landscapes (field, meadow) and forest belts are distinguished as to the general abundance of herpetobium fauna, the forest landscapes and fields with thick herbage are (two—three times) less abundant.

The problems are discussed of ecological structure of the herpetobe; the groups of herpetobionts, herpetophils, herpetoxens and random visitors of the herpetobe are distinguished.